بعض المخلفات الصناعية المحلية كبدائل للأسمنت

١- غبار الأسمنتBy Pass

هي مخلفات عن صناعة الاسمنت و هي مركبات شديدة النعومة تتراوح بين ٢٠ و ١٠٠ ميكرون مشبعة بالكلوريدات و الكبريتات و هي من اخطر مصادر تلوث البيئة وبسبب دقة حبيبات هذه الاغبرة فإن أقل قدر من الهواء يمكن أن تحملها بسهولة، وتنشرها على مساحات واسعة من المناطق المحيطة بمصانع الاسمنت وعندما يستنشقها الناس تؤدي إلى أمراض الجهاز التنفسي والرئة .



صوره من الداخل لمحتوي أكياس الغبار كما وردت من المصنع لاستخدامها في البحث

٢- بقايا الصناعه من بودرة السيراميكCeramic Powder Waste

و هي أجزاء من عجينة السيراميك لمستخدمه في الصناعة و هي من المواد الغنية بالسليكا و تأتي في صورة كتل مشبعة بالمياه يتم تجفيفها في الفرن حتي ثبوت وزنها ثم طحنها و نخلها علي المنخل رقم ١٧٠ و استخدام المار من المنخل كمادة أسمنتية باحلال جزء من الاسمنت ورد الينا ٣ انواع مختلفه من بودره السيراميك و هي بودرة فلاتر و بودرة صحي و بودرة بورسلين .







صورة للأنواع المختلفه من بودرة السيراميك

٣- الرماد المتطاير Fly Ash

الرماد المتطاير أحد أكثر المواد البوزولانية استخداماً في العالم. وهي مواد من السيليكا، أو السيليكا والالومينا معاً، والتي لاتمتلك خواص أسمنتية في ذاتها، ولكن في وجود الماء تتفاعل مع هايدروكسيد الكالسيوم في درجة الحرارة العادية لتعطي مركبات تمتلك الخواص الاسمنتية.
الرماد المتطاير يتكون من الجزء غير المحترق (غير المستهلك) عند حرق الفحم الحجري في أفران إنتاج الطاقة يتم استهلاك الكربون وتبقى حبيبات معدنية ناعمة غنية بالسيليكا، الالومينا و الكالسيوم.هذه الحبيبات تتصلب على شكل كرات زجاجية دقيقة جداً، تجمع من ماسورة عادم الفرن قبل أن تطير بعيداً لذلك سمي هذا المنتج الرماد المتطاير.

الخواص الميكانيكية للرماد المتطاير:

- حبيبات الرماد المتطاير ناعمة جداً لذلك فهي فعالة جداً في ملئ فراغات الخرسانة مما يحسن من تشغيلية الخلطة الخرسانية
- حبيبات الرماد المتطاير صلبة ومستديرة مما يجعل لها سلوك كروي الذي يسمح بانتاج خرسانةباستخدام كمية أقل من الماء مما يحسن من تشغيلية الخلطة الخرسانية.(الرماد المتطاير يمكن أن يقلل ١-٣ جالون ماء لكل متر مكعب خرسانة.





صورة لشيكارة الرماد المتطاير من الداخل و الخارج

الدراسات السابقة فى مجال استبدال الأسمنت

١- الاستفادة من غبار فرن الإسمنت والرماد المتطاير في تحضير الخلطات الإسمنتية في المملكة العربية السعودية

تم في هذا البحث تحضير خلطات أسمنتية بالاستفادة من نوعين من المخلفات الصناعية وهما غبار فرن الإسمنت والرماد المتطاير الناتج عن حرق زيت الوقود الثقيل في إحدى محطات توليد الطاقة الكهربائية وذلك بخلط هذه المخلفات بنسب مختلفة مع الإسمنت البورتلاندي العادي ومن ثم اختبار الخواص الفيزيائية لهذه الخلطات مثل كمية الماء اللازمة لدرجة القوام القياسى ، وزمن الشك الإبتدائى ، ومقاومة الضغط ومقاومة الشد لهذه الخلطات مع مقارنة هذه الخواص بالخواص المناظرة للإسمنت البورتلاندي العادي.
وقد أظهرت نتائج هذه الاختبارات إمكانية الحصول على نتائج مرضية لمقاومة الضغط تتجاوز ٩٤% من القيمة المناظرة للإسمنت البورتلاندي من خلال خلطة مكونة من ٩٠% أسمنت بورتلاندي وما لا يزيد عن ٤% من الرماد المتطاير و٦% من غبار فرن الأسمنت كما أمكن عمل خلطة مقاومتها للضغط تتجاوز ٨٠% من مقاومة الضغط للأسمنت البورتلانيدى العادي بإستخدام خلطة من الأسمنت البورتلاندي العادي وغبار فرن الإسمنت فقط تصل فيها نسبة هذا الغبار حتى ٣٠% .

٢- استخدام الرماد المتطاير كبديل للأسمنت (ابريل ٢٠١٣)

فى محطات الخرسانة الجاهزة يتم استبدال الأسمنت بنسبة تصل الى ١٥% ، اما تركيبة أسمنت سيراتيك فهي : ٩٥% رماد متطاير و ٥ % محتويات سائلة، حسب قول مارك واسيلكو، نائب رئيس الشركة التنفيذي، الذي يضيف قائلًا إن خرسانة أسمنت الرماد المتطاير أقوى من الخرسانة التقليدية .

وتقول الشركة إنه في مبنى مكون من ٣ طوابق، مساحته ٤٦٠٠ متر مربع، سيكون استخدام الرماد الطائر كفيلاً بتقليل حجم الخرسانة الكلي بنسبة ١٨٣ مترًا مكعبًا، وتقليل كتلة تسليح الخرسانة بحوالي ٣٤ طنًّا، كما ستزيل ٣٧٤ طنًّا من الرماد الطائر من مدافن النفايات، وتنقص انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحوالي ٣٢٠ طنًّا.

٣- استخدام مخلفات السيراميك كبديل جزئى للأسمنت (المجلة الدولية للإبتكارات التكنولوجية والإكشافات الهندسية يوليو ٢٠١٣)

اعتمادا علي نتائج الاختبارات و التركيز علي مقاومة الضغط تم ملاحظة الآتي
- مقاومة الضغط تزداد عند استبدال الاسمنت ببودرة السيراميك حتي نسبة ٣٠% من وزن الأسمنت لكن أكثر من ذلك نلاحظ قلة المقاومة

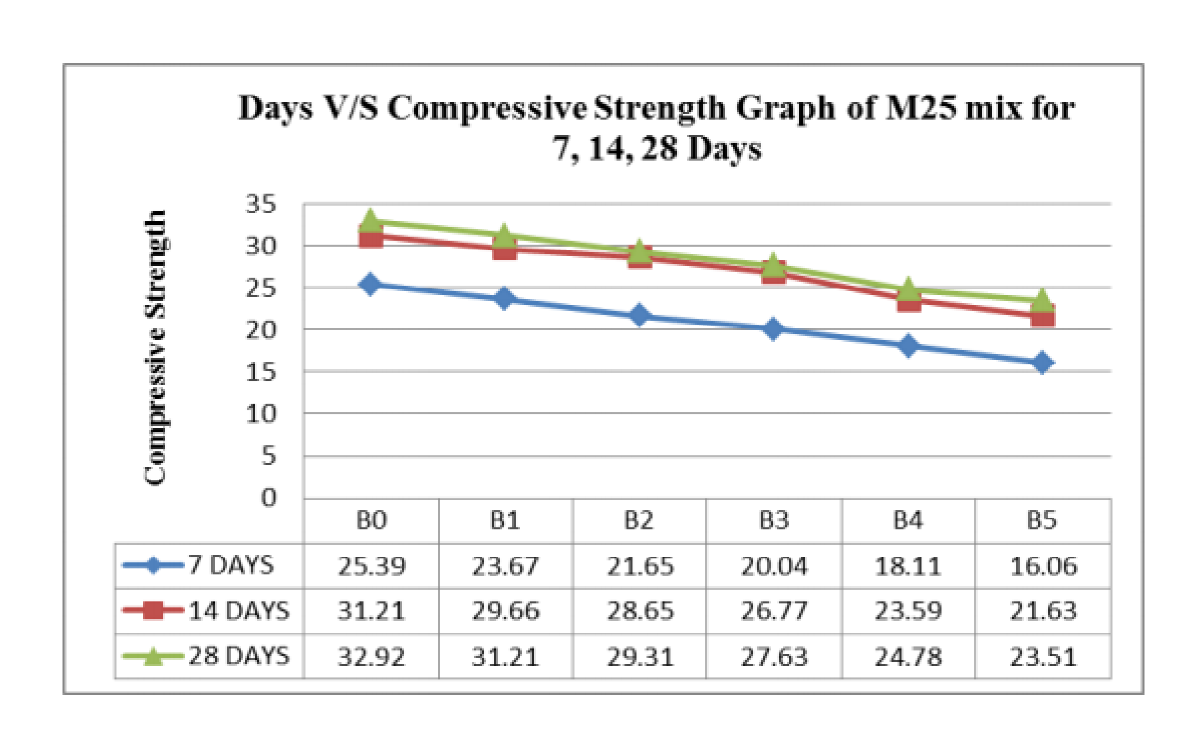
- و عند نسبة ٣٠% تكون المقاومة حوالي ٢٦.٧٧ ميجابسكال و تقل التكلفة حتي ١٣.٢٧ % و بالتالي تكون أكثر اقتصادية عن الخرسانة المعتادة

و فيما يلي عرض لنتائج التحليل الكيميائي و المقاومات الواردة في البحث

Materials	Ceramic Powder (%)
SiO_2	63.29
Al_2O_3	18.29
Fe_2O_3	4.32
CaO	4.46
MgO	0.72
P_2O_5	0.16
K_2O	2.18
Na_2O	0.75
SO_3	0.10
CL^-	0.005
TiO_2	0.61
SrO_2	0.02
Mn_2O_3	0.05
L.O.I	1.61

Sr.No.	Concrete Type	OPC cement Replacement with Ceramic waste
1	B0	Standard Concrete
2	B1	10% replacement
3	B2	20% replacement
4	B3	30% replacement
5	B4	40% replacement
6	B5	50% replacement

Sr. No.	Concrete Type	Concrete Design Mix Proportion				
		W/C ratio	C	F.A.	C.A.	C.W.
1	B0	0.48	1.00	1.80	3.38	-
2	B1	0.52	0.90	1.80	3.38	0.10
3	B2	0.52	0.80	1.80	3.38	0.20
4	B3	0.52	0.70	1.80	3.38	0.30
5	B4	0.52	0.60	1.80	3.38	0.40
6	B5	0.52	0.50	1.80	3.38	0.50



٤- مقاومة الضغط و معمرية الخرسانة المستخدم فيها بودرة السيراميك

أوضحت نتائج البحث أن الخرسانة المصنعة باستخدام بودرة السيراميك تعطي تأثير قليل علي المقاومة التي تعتمد علي النشاط البوزلاني فيها

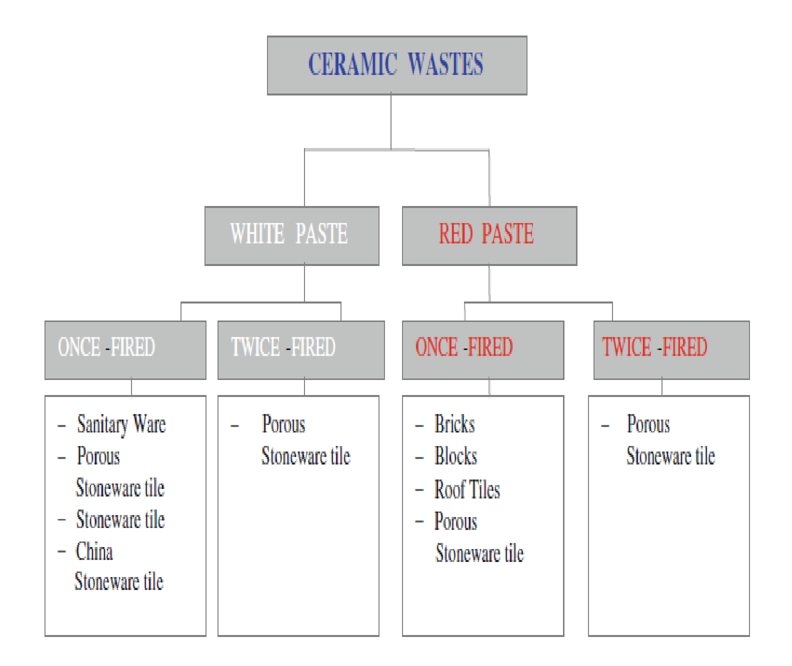


Fig. 1 Classification of ceramic wastes by type and production process

Table 1 Chemical composition of ceramic pastes (%)

Type	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	Other
Red paste twice fired ceramic	51.7	18.2	6.1	6.1	2.4	0.2	4.6	0.8	9.9
White paste once-fired ceramic	58.0	18.0	1.0	8.3	0.6	0.2	1.2	0.8	11.9
White paste for twice-fired ceramic	59.8	18.6	1.7	5.5	3.5	1.6	2.5	0.4	6.4
Red paste for stoneware tile	49.1	20.3	7.7	1.2	1.1	0.4	4.2	0.9	15.1
White paste for stoneware tile	65.0	21.3	1.3	0.2	0.3	2.5	3.7	0.2	5.5
White paste for sanitary ware	65.8	22.2	0.6	0.1	0.1	1.0	3.5	0.3	6.4

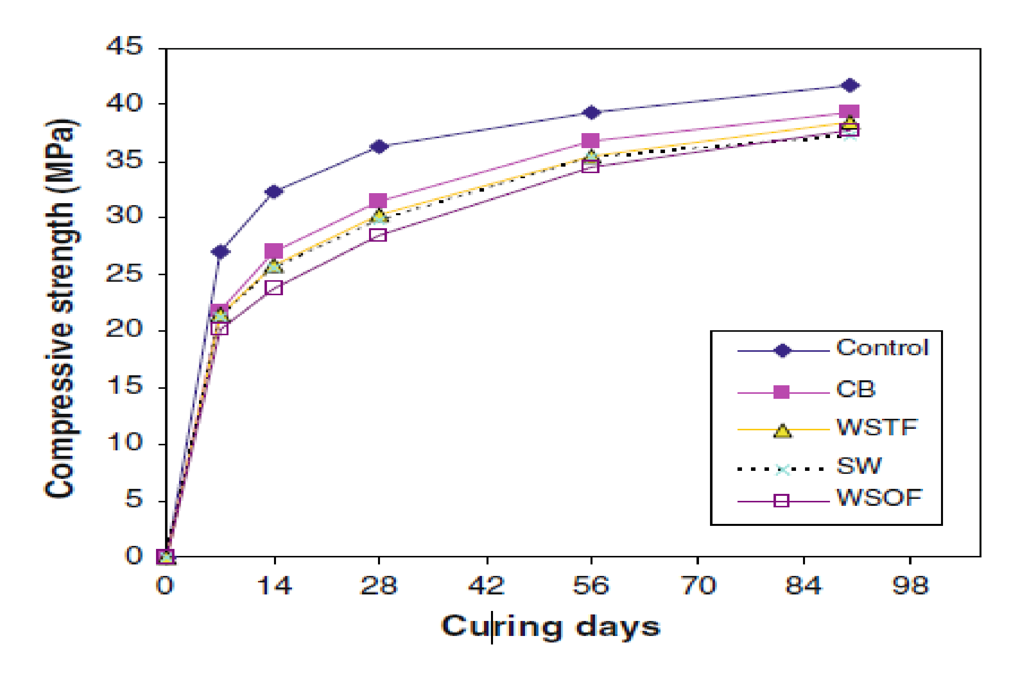


Fig. 6 Compressive strength of concretes with ceramic powder at different curing ages (*Control* control concrete, *CB* concrete with ceramic brick powder, *WSTF* concrete with ceramic powder from stoneware twice-fired, *SW* concrete with ceramic powder from sanitary ware, *WSOF* concrete with ceramic powder from stoneware once-fired)

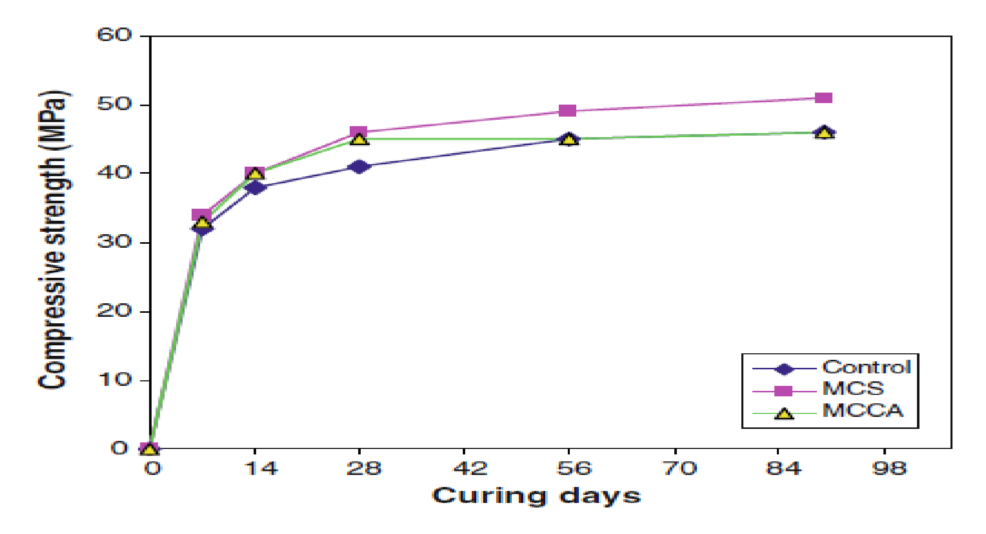


Fig. 12 Compressive strength of concretes with ceramic aggregates at different curing ages (*Control* control concrete, *MCS* concrete with ceramic sand replacing natural aggregates, *MCCA* concrete with ceramic coarse aggregate replacing coarse granite aggregates)

٥- تطبيق علي استخدام بودرة السيراميك كمادة بوزلانية نشطة .

- النتائج التي قدمت في هذا البحث أوضحت درجة نعومة بودرة السيراميك لذا تم اعتبارها كمادة بوزلانية يمكن استبدال جزء من الاسمنت بها لصناعة الخرسانة
- مخلفات السيراميك تعتبر من المواد التي يمكن اعادة تدوير استخدامها في صناعة الخرسانة لانها لا تنتج ثاني أكسيد الكربون الضار بالبيئة و تكلفتها أقل مقارنة بالاسمنت البورتلاندي العادي.

Table. 1: Composition of studies concretes

Component	Amount in kg/m^3				
	BC2 ref	BC2-10	BC2-20	BC2-40	BC2-60
CEM I 42.5R, Mokrá	360	324	288	216	144
Fine-ground ceramics	-	36	72	144	216
Aggregates 0-4 mm	910	910	910	910	910
Aggregates 4-8 mm	225	225	225	225	225
Aggregates 8-16 mm	755	755	755	755	755
plasticizer Mapei Dynamon SX	3.96	3.96	4.29	5.18	6.16
Water	146	146	146	146	146

Material	Compressive Strength [MPa]	Bending Strength [MPa]
BC2-ref	56.87	6.4
BC2-10	55.89	6.4
BC2-20	49.58	6.2
BC2-40	37.45	5.9
BC2-60	22.23	5.3

٦- الخصائص الميكانيكة و المعمرية للخرسانة ذات الاحلال الجزئي ببودرة السيراميك كبديل للأسمنت

اوضحت النتائج في هذا البحث ان استخدام بودرة السيراميك علي الرغم من تأثيرها البسيط علي المقاومة إلا انها تحسن من اداء معمرية الخرسانة
و كذلك عند استخدام مخلفات السيراميك كبديل للرمل يحسن من معمرية الخرسانة و لكن استخدامها كبديل للركام الخشن يحتاج الكثير من الأبحاث

Table 1 - Chemical composition of ceramic pastes

Type	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2
Red paste twice fired ceramic	51.7	18.2	6.1	6.1	2.4	0.2	4.6	0.8
White paste once-fired ceramic	58.0	18.0	1.0	8.3	0.6	0.2	1.2	0.8
White paste for twice -fired ceramic	59.8	18.6	1.7	5.5	3.5	1.6	2.5	0.4
Red paste for stoneware tile	29.1	20.3	7.7	1.2	1.1	0.4	4.2	0.9
White paste for stoneware tile	65.0	21.3	1.3	0.2	0.3	2.5	3.7	0.2
White paste for sanitary ware	65.8	22.2	0.6	0.1	0.1	1.0	3.5	0.3

٧- إعادة تدوير النفايات الصناعية المحلية لإنتاج مواد البناء الخضراء
أ.د/ علاء الدين شرقاوى (جمهورية مصر العربية –ابريل ٢٠١٥)

التحليل الكيميائى

Qxides	CEM I 42.5 N	Fly ash	Silica fume	Cement dust	Lime	Ceramic powder waste
SiO_2	21.03	51.62	93.7	11.79	2.88	59.58
CaO	62.98	3.58	0.82	33.05	62.58	0.93
MgO	1.02	0.777	0.444	2.006	1.006	0.36
Fe_2O_3	3.95	2.006	0.8	3.006	0.25	2.1
Al_2O_3	4.75	37.19	1.9	5.2	5.4	23.2
SO_3	2.925	0.18	0.022	1.54	0.466	0.26
Na_2o	0.47	0.72	0.72	9.8	0.6	1.23
K_2O	0.17	0.24	0.2	1.6	0.12	4.26
CL^-	0.031	.008	0.015	11.9	0.045	0.07
P_2O_5	0.21	0.8	0.05	0.06	0.01	0.008
L.O.I	1.98	3.3	1.05	19.8	26.53	7.49
Total	99.43	99.62	99.72	99.81	99.92	99.49

معدل اكتساب مقاومة الضغط لخلطات المونة المختلفة :

Mix ID	Specimen code	7 days (MPa)	28 days (MPa)	56 days (MPa)
X1	100C	14.6	18.1	18.9
X2	80C /20FA	8.69	13.33	16.22
X3	85C/15SF	8.93	12.9	19.3
X4	50C/50L	4.85	6.23	7.44
X5	50C/20FA/30L	5.66	8.3	10.55
X6	50C/20FA/28L/2G	6.03	9.1	11.5
X7	50C/20FA/28L/2CA	4.8	9.01	12.43
X8	63C/20FA/15L/2CA	8.32	12.25	13.27
X9	50C/20FA/28B/2CA	5.75	11.45	13.82
X10	13C/60FA/25L/2CA	0.34	2.36	4.6
X11	50C/50B	7.41	8.74	9.77
X12	13C/60FA/25B/2CA	2.1	4.87	7
X13	63C/20FA/15B/2CA	11.39	14.24	17.3
X14	63C/10FA/25L/2CA	7.28	9.33	10.14

X15	63C/10FA/25B/2CA	9.88	12.8	15.6
X16	80C/10FA/10L	12.45	14.53	17
X17	80C/10FA/10B	12.4	14.9	17.5
X18	13C/30FA/55L/2CA	0.55	1.6	3.33
X19	13C/30FA/55B/2CA	1.55	3.79	5.4
X20	85C/15CP	9.4	13.5	16.6
X21	70C/30CP	7.3	10.1	12.3

C: Cement
FA: Fly ash
SF: Silika Fume
L: Lime
CP: Ceramic Powder Waste
B: By Pass
G: Gypsum
CA: $Cacl_2$

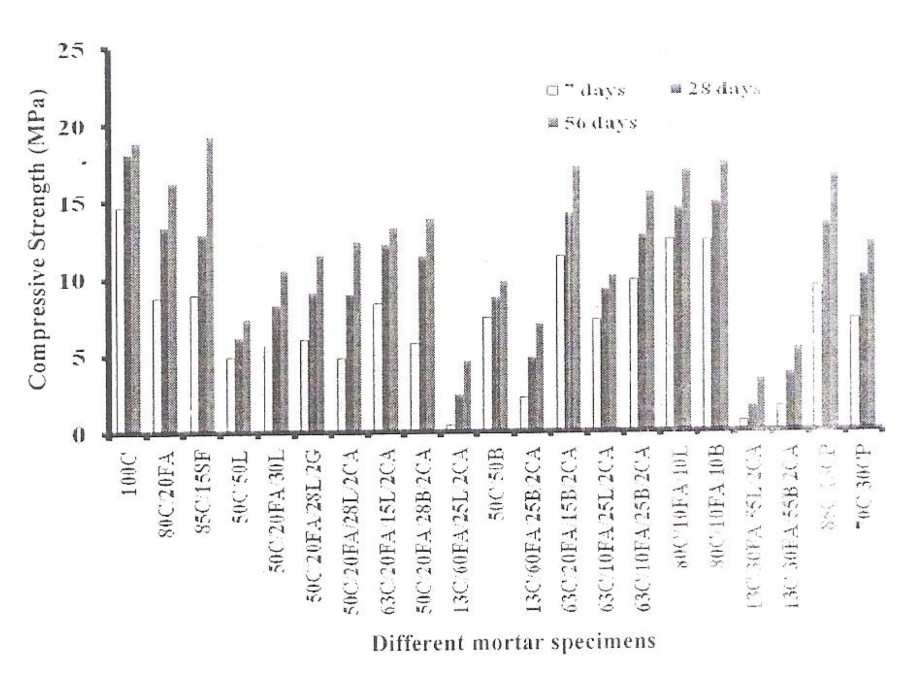


Figure (4) Comparison between the compressive strength at different ages for all mortar